共通テスト対策講座 生物

共通テストでは，身近なテーマを生物学的に掘り下げ，与えられたデータを読み取り，データを説明する仮説を検証する力が問われます。単純な知識よりも，知識をいかに使うか，データの違和感に気付けるか，複合的で多角的な力が必要となります。このテキストで扱っている問題も初めは難しく感じるでしょう。しかし，どこかに解答の糸口があるはずです。雑に読んで終わるのではなく，データとじっくり向き合ってみましょう。

共通テストで求められる力は，一朝一夕では身につきません。遠回りに見えても, まずしっかりと教科書ベースで背景知識を理解すること。土台が不十分では，大きな跳躍はできません。不確定な状況への対応は，王道なものが一番です。やれるだけやったという気持ちで本番に挑めるよう，最後まで出来ることを尽くしてください。

牧島　央武

目　次

第１講　観察からヒントを得る ……………………………………… p2
2018 年度 試行調査 第１問＆演習問題
第２講　身近な現象の生物学的側面を探求する ……………………… p16
2018 年度 試行調査 第２問＆演習問題
第３講　仮説を立て，妥当性を検証する ……………………………… p30
2018 年度 試行調査 第３問＆演習問題
第４講　生態系から，分子まで掘り下げる …………………………… p42
2018 年度 試行調査 第４問＆演習問題
第５講　与えられたデータを活用して理解を深める ………………… p56
2018 年度 試行調査 第５問＆演習問題

はじめに　受講の仕方・予習復習の仕方

・講義では，本試験に先駆けて 2018 年度と 2017 年度に行われた試行調査の問題の解説を中心に進めていきます。あらかじめ問題に解答した上で受講するようにしてください。

・解説は，一通り生物のベースを学習している前提で進めていきます。まだ自信がない人は，関連する単元を通年講座の生物を受講してから問題にチャレンジするようにしましょう。

・復習では，時間をおいてもう一度解き直してみましょう。授業内で聞いたポイントを思い出しながら解答してください。特に不安のある単元については，また通年講座に戻って，同じテーマに触れる機会を増やしておきましょう。

第 1 講　観察からヒントを得る

2018 年度 試行調査 第 1 問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

第 1 問　次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問 1～3**）に答えよ。

〔**解答番号** [1] ～ [3] 〕（配点　12）

A　ある高校では，缶詰のツナを利用し，骨格筋の観察実験を行った。少量のツナを洗剤液の中で細かくほぐした後，よく水洗いしながら更に細かくほぐした。これを染色液に浸してしばらくおいた後，よく水洗いしてスライドガラスに載せ，カバーガラスをかけて顕微鏡で観察した。接眼レンズを通して見えた像をスマートフォンで撮影したものが次の**図 1** であり，**図 1** の一部を拡大したものが下の**図 2** である。

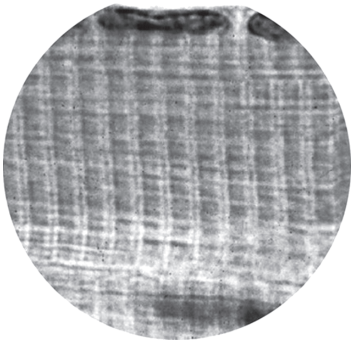


図 1

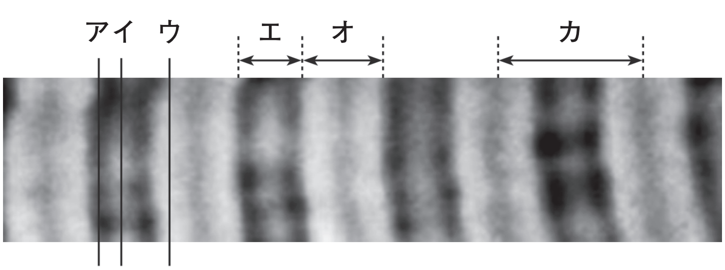


図 2

問 1　**図 2** 中の直線**ア**～**ウ**に相当する位置での切断面の様子を模式的に示したものが，次の**図 3** の a ～ c のいずれかである。切断した位置（**ア**～**ウ**）と断面図（a～c）との組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。

1

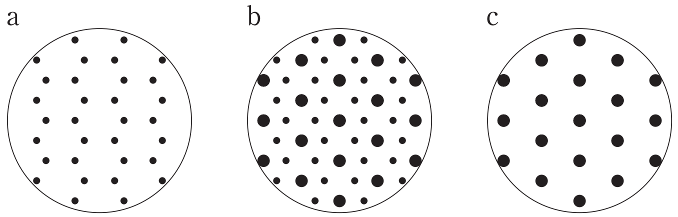


図 3

	ア	イ	ウ
①	a	b	c
②	a	c	b
③	b	a	c
④	b	c	a
⑤	c	a	b
⑥	c	b	a

問 2　**図 2** 中の**エ**～**カ**のうち，骨格筋が収縮したときに，その長さが変わる部分はどれか。それらを過不足なく含むものを，次の①～⑦のうちから一つ選べ。

2

① **エ**　② **オ**　③ **カ**　④ **エ**，**オ**
⑤ **エ**，**カ**　⑥ **オ**，**カ**　⑦ **エ**，**オ**，**カ**

B　筋収縮のエネルギーはすべてATPにより供給される。次の**図４**は，1500 m走において，消費するエネルギーに対するATP供給法の割合の，時間経過に伴う変化を示したグラフである。通常，スタートダッシュ時には，まず筋肉中に存在するクレアチンリン酸という物質が，クレアチンとリン酸に分解され，そのときに合成されるATPがエネルギーとして利用される。その後，**図４**中の**キ**や**ク**で示すATP供給法により得たエネルギーが利用されるようになる。

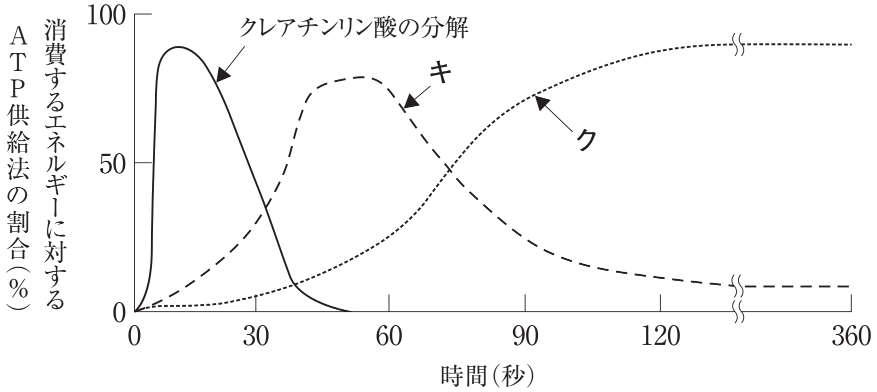


図４

問３　1500 m走を行った高校生のアユムは，スタートダッシュを試みたが，すぐに疲れてしまい，その後はほぼ一定のペースで走って，６分ちょうどでゴールインした。次の記述①～⑥は，**図４**中の**キ**と**ク**について，アユムが走りながら考えたことである。これらのうち，下線を引いた部分に**誤りを含むもの**を，①～⑥のうちから一つ選べ。 **3**

① （スタートから10秒後）そろそろ二番目のATP供給法**キ**も動き始めているころだ。**キ**には酸素が必要ないはずだ。

② （スタートから30秒後）息が苦しくなってきた。**キ**はミトコンドリアで行われているはずだ。

③ （スタートから45秒後）足も重たくなってきた。そろそろ足の筋細胞には**キ**によって乳酸ができるはずだ。

④ （スタートから90秒後）そろそろ三番目のATP供給法**ク**が中心となっている頃だ。**ク**は酸化的リン酸化によりATPをつくるはずだ。

⑤ （スタートから120秒後）だいぶ走るペースがつかめてきた。**ク**では**キ**よりも同じ量の呼吸基質から多くのATPをつくれるはずだ。

⑥ （スタートから360秒後）やっとゴール地点だ。**ク**ではATPとともに水ができるはずだ。

■ 演習問題

1　次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問 1～6**）に答えよ。

A　生体における機能が未知の遺伝子のはたらきを知るために，(a)遺伝子改変によりその遺伝子の機能を欠損させたマウス（ノックアウトマウス）を作製し，野生型(正常）のマウスと比較して表現型の違いを調べることがある。

受精研究における遺伝子機能解析の実例を見てみよう。哺乳類であるマウスでは，交尾によって雌の体内に送り込まれた精子が卵管まで進入し，卵巣から放出された卵と受精する。(b)受精前の成熟したマウス卵は，次の**図 1** のようになっている。受精が成立するためには，精子は卵丘細胞層および透明帯を通過し，卵細胞膜に結合する必要がある。卵細胞膜に結合後，精子は卵細胞内へ進入して精核を形成し，卵核と融合することで受精が完了する。

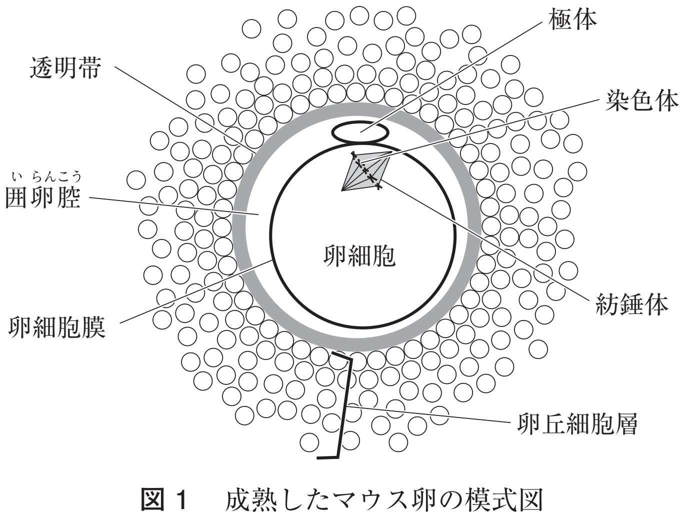


図 1　成熟したマウス卵の模式図

マウスの配偶子ではたらき，受精の成立に関与すると考えられるタンパク質として，タンパク質 X とタンパク質 Y が見つかった。これらのタンパク質のはたらきを調べるために，それぞれのタンパク質をコードする遺伝子 X または遺伝子 Y の機能を欠損させたノックアウトマウスを作製し，次の**実験 1・実験 2** を行った。なお，遺伝子 X の機能を欠損した変異遺伝子を x，遺伝子 Y の機能を欠損した変異遺伝子を y とする。

実験１　様々な遺伝子型のマウスを交配したところ，次の**表１**のように，子が生まれた組合せと生まれなかった組合せとがあった。どの遺伝子型のマウスも正常に卵および精子を形成しており，配偶子の形態や精子の運動性は正常であった。

表１

		雌マウス		
		XXYY	xxYY	XXyy
雄マウス	XXYY	生まれた	生まれなかった	生まれた
	xxYY	生まれた	生まれなかった	生まれた
	XXyy	生まれなかった	生まれなかった	生まれなかった

実験２　**表１**のマウスについて，精子と卵を取り出し，培養液内で卵に精子を加え(体外授精)，卵を観察した。その結果，子が生まれた組合せでは，次の**図２**のように正常に卵核および精核が形成された。一方，子が生まれなかった組合せでは，いずれの場合も次の**図３**のように，精子は囲卵腔に進入しているものの，卵細胞膜との結合が見られなかった。

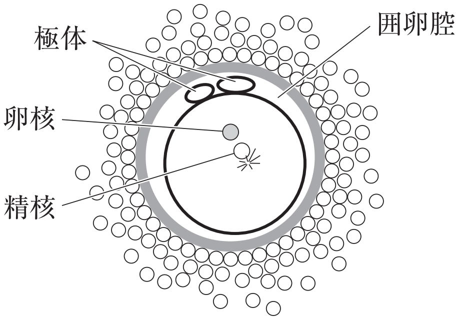


図２　子が生まれた組合せで体外授精した卵

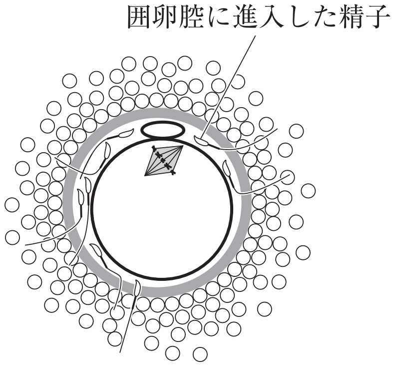


図３　子が生まれなかった組合せで体外授精した卵

問 1　下線部(a)に関して，機能するタンパク質をつくらないように遺伝子の塩基配列に変異を入れる方法として**適当でないもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

① 開始コドンの直前に終止コドンの 3 塩基を挿入する。
② 開始コドンの 3 塩基を欠失させる。
③ 開始コドンの直後に 1 塩基を挿入する。
④ イントロンとエキソンの両方にまたがるように 6 塩基を欠失させる。
⑤ タンパク質をコードしているエキソンの塩基配列を全て欠失させる。

問 2　下線部(b)の卵では，減数分裂がどの時期まで進行していると考えられるか。**図 1** を参考にして，最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 2

① 第一分裂前期
② 第一分裂中期
③ 第一分裂後期
④ 第一分裂終期
⑤ 第二分裂前期
⑥ 第二分裂中期
⑦ 第二分裂後期
⑧ 第二分裂終期
⑨ 減数分裂は完了している。

問 3　実験 1・実験 2 の結果より，遺伝子 X と遺伝子 Y は，それぞれどこでどのようなはたらきをすると考えられるか。最も適当なものを，次の ① ～ ⑧ のうちからそれぞれ一つずつ選べ。遺伝子 X [3]・遺伝子 Y [4]

① 精子ではたらき，精子の卵丘細胞層および透明帯の通過に必要である。
② 精子ではたらき，精子と卵細胞膜との結合に必要である。
③ 精子ではたらき，精子の卵細胞への進入を阻害する。
④ 精子ではたらき，精核の形成を阻害する。
⑤ 卵ではたらき，精子の卵丘細胞層および透明帯の通過に必要である。
⑥ 卵ではたらき，精子と卵細胞膜との結合に必要である。
⑦ 卵ではたらき，精子の卵細胞への進入を阻害する。
⑧ 卵ではたらき，精核と卵核の融合を阻害する。

B　「被子植物の花では，A，B および C の三つのクラスの遺伝子のはたらきで，がく，花弁，おしべ，めしべの 4 つの花器官が，それぞれ領域 1，2，3，4 に形成される」という花芽形成の ABC モデルを習ったカズさんとハナさんは，身近にある植物の花を観察することにした。

カズ：授業で習った ABC モデルは本当に全ての植物に当てはまるのか疑問なんだ。

ハナ：どういうことかな。

カズ：ほら，例えば，そもそもチューリップ（**図 4** 左）には，がくがないようなんだ。さらに，花弁が 3 枚セットで二重になっているように見えるんだ。

ハナ：本当だね。でも，チューリップでは ［ア］ と考えれば，ABC モデルで説明できないかな。

カズ：そうか，チューリップの花器官の構成はそれで説明できるね。
ところで，スイレンの花（**図 4** 右）を分解してみたら，がくと花弁の中間的な花器官や花弁とおしべの中間的な花器官が見られるんだ。これはどう考えたらいいかな。

ハナ：遺伝子のはたらきをちゃんと調べてみないと断定できないけど，スイレンの場合は ［イ］ と考えられないかしら。

カズ：なるほどね。僕もそれに賛成だよ。あれ，スイレンの花を分解している間に，チューリップの花が閉じてきた。しおれちゃったのかな。

ハナ：まだ元気そうだし，しおれたわけじゃないと思うけど。(c)光や重力で茎が曲がるときと同じようなしくみで，花弁が曲がって花が閉じたんじゃないかな。

カズ：そうかなあ，(d)気孔の開閉と同じようなしくみで，花が開いたり閉じたりしているのかもしれないよ。

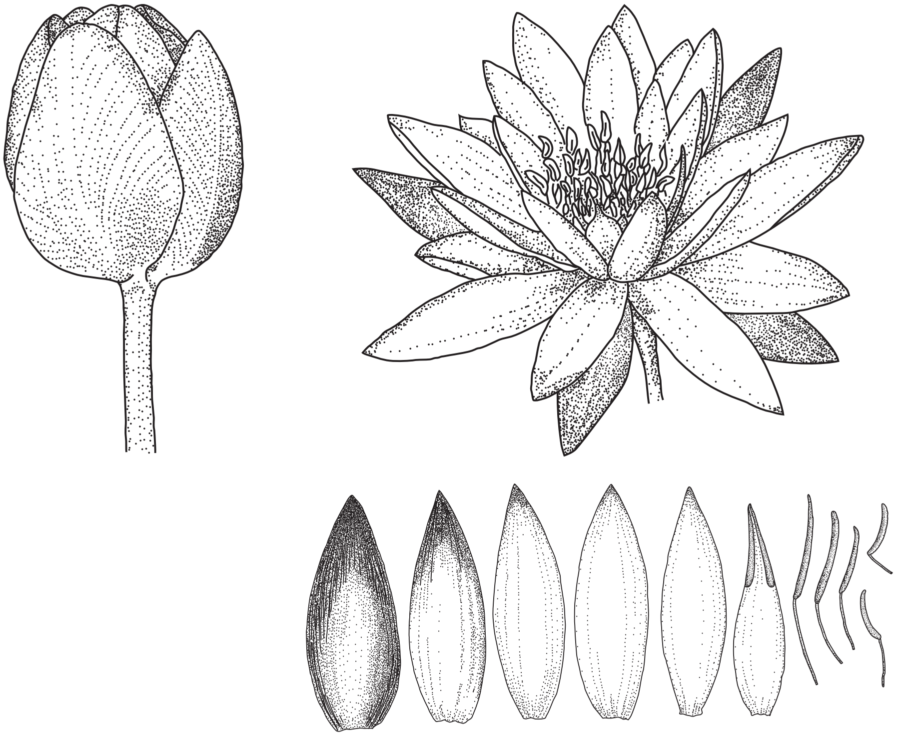


図 4　チューリップ（左）とスイレン（右）の花。スイレンの下のスケッチは，花を分解してめしべ以外の花器官を外側から内側に並べたものである。

問 4　A，B および C の各クラスの遺伝子のはたらきから考えて，会話文中の [ア] に入る文として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 [5]

① A 遺伝子が，領域 3 でもはたらいている
② A 遺伝子が，領域 4 でもはたらいている
③ B 遺伝子が，領域 1 でもはたらいている
④ B 遺伝子が，領域 4 でもはたらいている
⑤ C 遺伝子が，領域 1 でもはたらいている
⑥ C 遺伝子が，領域 2 でもはたらいている

問 5　A，B および C の各クラスの遺伝子のはたらきから考えて，会話文中の [イ] に入る文として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 [6]

① A 遺伝子が，領域 1 ではたらかなくなっている
② A 遺伝子が，領域 2 ではたらかなくなっている
③ B 遺伝子が，領域 2 ではたらかなくなっている
④ B 遺伝子が，領域 3 ではたらかなくなっている
⑤ 領域の境界が，あいまいになっている

問 6　チューリップの花の開閉は，温度の影響で起こることが知られている。チューリップの花弁の内側と外側から同じ長さの表皮片を剥ぎ取って水に浮かべ，温度を変えて各表皮片の長さを測定したところ，次の**図 5** に示す結果が得られた。このグラフには，チューリップの花の開閉が下線部(c)と(d)のどちらのしくみによるかを考えるために必要な情報が含まれている。グラフのどのような特徴に注目することで，どちらのしくみであると判断できるか。しくみと注目点の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **7**

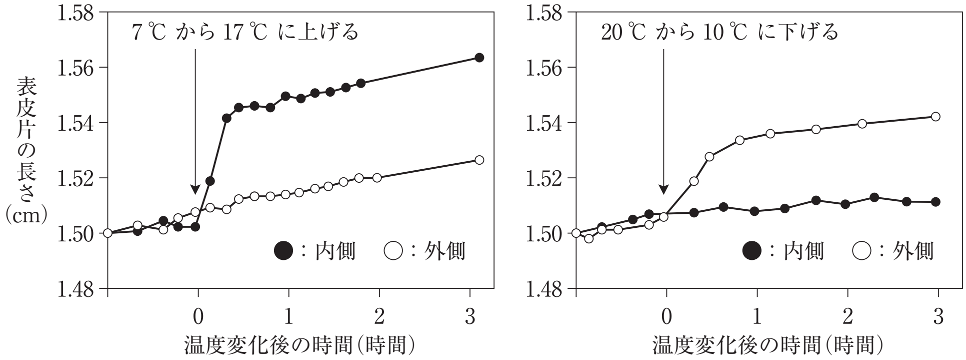


図 5

<table>
<tr><th></th><th>しくみ</th><th>注目点</th></tr>
<tr><td>①</td><td>(c)</td><td rowspan="2">内側と外側の表皮片を比べると，
温度上昇後は「内側の長さ>外側の長さ」，
低下後は「内側の長さ<外側の長さ」と，
温度条件によって長さの大小が逆になっていること</td></tr>
<tr><td>②</td><td>(d)</td></tr>
<tr><td>③</td><td>(c)</td><td rowspan="2">温度変化の影響が一時的で，温度を変えてしばらくすると内側と外側の表皮片の長さの差が一定となっていること</td></tr>
<tr><td>④</td><td>(d)</td></tr>
<tr><td>⑤</td><td>(c)</td><td rowspan="2">変化しているのが表皮片の伸び具合であって，どの温度条件のどの表皮片も縮んではいないこと</td></tr>
<tr><td>⑥</td><td>(d)</td></tr>
</table>

（2017 年度　試行調査　第 2 問）

第 1 講　観察からヒントを得る　解答

2018 年度 試行調査 第 1 問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問		解答番号	正解	配点
第 1 問 (12)	A	1	1	4	4
		2	2	6	5 *1
	B	3	3	2	3

（注）
＊1 は，2，3 のいずれかを解答した場合は 2 点を与える。

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問 1	1	1
	問 2	2	6
	問 3	3	6
		4	2
	問 4	5	3
	問 5	6	5
	問 6	7	5

＜ Note ＞

第２講　身近な現象の生物学的側面を探求する

2018 年度 試行調査 第2問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

第２問　次の文章（**A**・**B**）を読み，下の問い（**問１〜８**）に答えよ。

〔**解答番号** 1 〜 10 〕（配点　30）

A　生物には，異なる種との交雑を妨げる様々なしくみがある。例えば，被子植物においては，ある種の花粉が別の種の柱頭に付いても，花粉管が胚珠へと誘引されないことがある。(a)異種間での交雑を妨げるしくみを探るために，トレニア属の種A，B，Cとアゼナ属の種Dを使って，次の**実験１〜３**を行った。なお，トレニア属とアゼナ属は近縁で，どちらもアゼナ科に含まれる。

実験１　種A〜Dとアゼナ科の別の属の種Eについて，特定の遺伝子の塩基配列の情報を用いて分子系統樹を作成したところ，次の**図１**の結果が得られた。

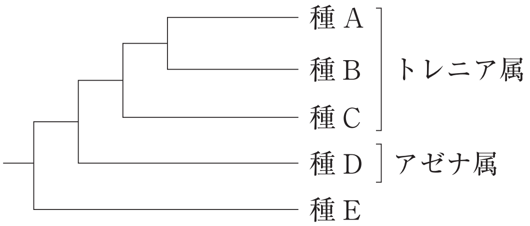


図１

実験２　種A〜Dについて，発芽した花粉が付いた柱頭を切り取って培地上に置き，助細胞を除去した胚珠または除去していない胚珠のいずれかとともに，次の**図２**のように培養した。その後，伸長した花粉管のうち，胚珠に到達した花粉管の割合を調べたところ，次の**図３**の結果が得られた。

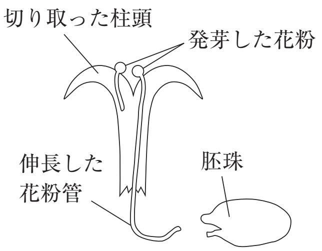


図２

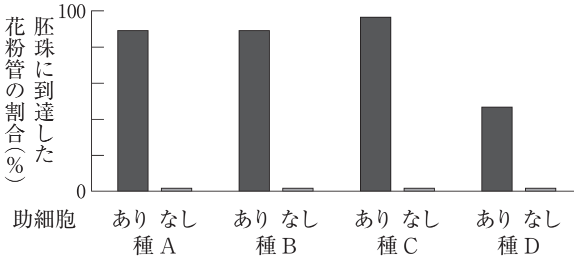


図３

実験３　種ＡまたはＤの花粉を，同種または別種の柱頭に付けて発芽させた。発芽した花粉管を含む柱頭を切り取って培地上に置き，同種または別種の胚珠とともに，**図２**のように培養した。その後，伸長した花粉管のうち，胚珠に到達した花粉管の割合を調べたところ，次の**図４**の結果が得られた。

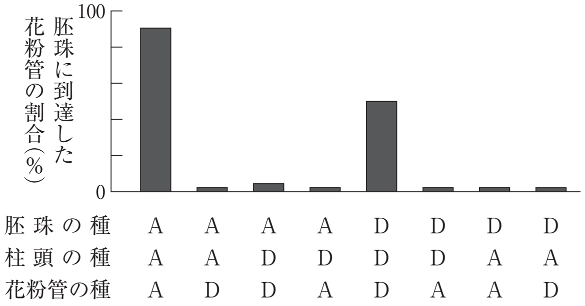


図４

問１　助細胞が花粉管を誘引する性質について，**実験１・２**の結果から導かれる考察として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **1**

① トレニア属だけにみられる。

② トレニア属の種Ａ，Ｂ，Ｃとアゼナ属の種Ｄに共通してみられる。

③ 種子植物全体に共通してみられる。

④ 維管束植物全体に共通してみられる。

⑤ トレニア属とアゼナ属の共通の祖先が，種Ｅの祖先と分岐した後に，獲得した。

⑥ トレニア属の種Ａ，Ｂ，Ｃでは，アゼナ属に近縁であるほど，誘引する能力が低い。

問２　**実験３**の結果から導かれる，種ＡとＤの間にはたらく異種間での交雑を妨げるしくみに関する考察として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **2**

① 種Ａの柱頭で種Ｄの花粉を発芽させた場合と，種Ｄの柱頭で種Ａの花粉を発芽させた場合とでは，異なるしくみがはたらく。
② 種Ａに比べて，種Ｄでは他種の花粉を拒絶するしくみが発達している。
③ 胚珠と花粉管の相互作用は関与するが，柱頭と花粉管の相互作用は関与しない。
④ 柱頭と花粉管の相互作用は関与するが，胚珠と花粉管の相互作用は関与しない。
⑤ 胚珠と花粉管の相互作用，および柱頭と花粉管の相互作用の両方が関与する。

問３　下線部(a)に関連して，トレニア属の種Ｆ・Ｇが同じ場所に生育し，いずれも種子で繁殖しているとする。この場所で，これらの２種間の雑種個体が全く見られない場合に，そのしくみを調べる研究計画として**適当でないもの**を，次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。 **3** ・ **4**

① 種Ｆ・Ｇのそれぞれについて，染色体数を顕微鏡下で調べる。
② 種Ｆ・Ｇのそれぞれについて，開花時期を調べる。
③ 種Ｆ・Ｇのそれぞれについて，おしべとめしべの本数を調べる。
④ 種Ｆ・Ｇのそれぞれについて，花粉を運ぶ動物の種類を調べる。
⑤ 種Ｆ・Ｇのそれぞれについて，１個体が形成する種子の数を調べる。
⑥ 種Ｆ・Ｇをかけ合わせて，種子の形成率を調べる。
⑦ 種Ｆ・Ｇをかけ合わせて種子が形成された場合，種子の発芽率を調べる。

問４　次の**図５**は，トレニア属の種Ａと植物Ｈ～Ｋの系統樹である。また，下の**図６**は，植物Ｉ～Ｋの写真である。系統樹中の**ア**～**ウ**に入る植物の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **5**

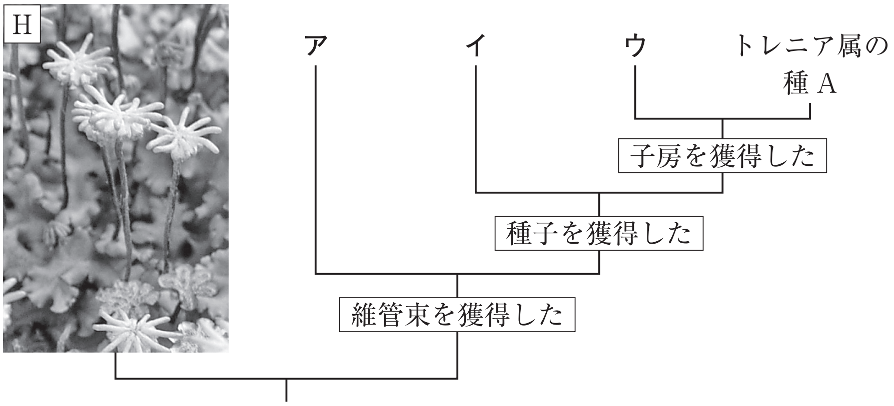


図５

図６

	ア	イ	ウ
①	Ｉ	Ｊ	Ｋ
②	Ｉ	Ｋ	Ｊ
③	Ｊ	Ｉ	Ｋ
④	Ｊ	Ｋ	Ｉ
⑤	Ｋ	Ｉ	Ｊ
⑥	Ｋ	Ｊ	Ｉ

B　ある高校の園芸部では，珍しい園芸植物Xの種子を入手し，学校の花壇で栽培することにした。植物Xについてインターネットで調べたところ，いくつかのサイトが見つかり，次の情報が得られた。

・種子は生存期間が比較的短く，2～3年で発芽能力を失う。
・日当たりのよいところを好み，日陰では育たない。
・自家受粉では結実しない。

しかし，これら以外の点については，はっきりしなかった。そこで，花壇aと花壇bの一画に，それぞれ2回に分けて植物Xの種子をまいてみた。二つの花壇の環境はほぼ同じだが，花壇bの脇には屋外灯がある。各集団について，発芽後の経過を観察し，最初に花芽が見られた日を記録したところ，次の**表1**のようになった。また，この期間，この地域の日の出と日の入りの時刻は下の**図7**に，気温の変化は下の**図8**に示すとおりであった。

表1

種子をまいた日	花壇	最初に花芽が見られた日
2015年6月1日	a	2016年4月15日
2015年6月1日	b(脇に屋外灯*)	2016年3月10日
2015年10月15日	a	2016年4月15日
2015年10月15日	b(脇に屋外灯*)	2016年3月10日

*屋外灯は，年間を通して，日没から19時まで点灯していた。

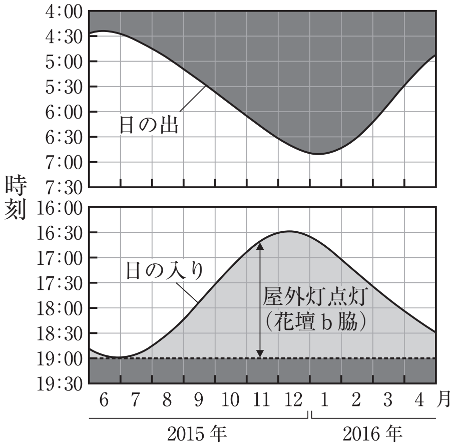


図7

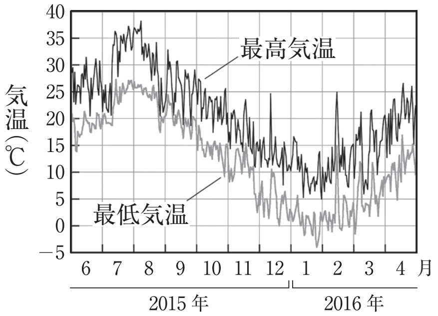


図8

問５　植物Ｘの花芽形成の光周性についての考察として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

① 短日植物であり，限界暗期は 11 時間より短い。
② 短日植物であり，限界暗期は 11 時間より長い。
③ 長日植物であり，限界暗期は 11 時間より短い。
④ 長日植物であり，限界暗期は 11 時間より長い。
⑤ 中性植物であり，限界暗期というものはない。

問６　植物Ｘの花芽形成と温度との関係についての考察として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

① 低温を一定期間以上経験していることが，花芽形成の前提となる。
② 低温を経験していないことが，花芽形成の前提となる。
③ 高温を一定期間以上経験していることが，花芽形成の前提となる。
④ 高温を経験していないことが，花芽形成の前提となる。
⑤ 過去に経験した温度は，花芽形成に関係しない。

問７　植物Ｘの原種について調べたところ，Ｖ科Ｗ属であることが分かった。この属の植物の分布域は，森林地帯という点で共通しているほかは，種によって大きく異なる。そこで，園芸部では，植物Ｘの性質から，原種がどのような場所に生育しているかを推測してみた。このときの議論を整理した次の文章中の［エ］～［カ］に入る語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。［8］

植物Ｘの花芽形成の性質から，原種が生育しているのは［エ］ではなさそうだ。それに，種子の生存期間が短くて，自家受粉では結実しないということは，攪(かく)乱に乗じて繁殖するのに［オ］だ。さらに，日当たりが重要であることも考え合わせると，［カ］の可能性が高いだろう。

	エ	オ	カ
①	熱帯多雨林や雨緑樹林	有利	照葉樹林のギャップ
②	熱帯多雨林や雨緑樹林	有利	夏緑樹林の林床
③	熱帯多雨林や雨緑樹林	不利	照葉樹林のギャップ
④	熱帯多雨林や雨緑樹林	不利	夏緑樹林の林床
⑤	針葉樹林	有利	照葉樹林のギャップ
⑥	針葉樹林	有利	夏緑樹林の林床
⑦	針葉樹林	不利	照葉樹林のギャップ
⑧	針葉樹林	不利	夏緑樹林の林床

問８　2015 年６月１日に花壇 a に植物 X の種子をまくとき，近くに植物 Y と植物 Z の種子もまいた。これら３種の成長の速さにずいぶん差があるように思われたので，2015 年７月１日にそれぞれ数個体について，根を含む植物体全体の乾燥重量を測定してみた。このとき，乾燥前に植物体をよく観察して，昆虫などによる食害と脱落器官の有無も記録した。また，残してあった種子についても，種皮をはがして乾燥させ，重さを測定した。これらの結果をまとめたところ，次の**表２**のようになった。

表２

植物種	種子の乾燥重量 (mg/個)	植物体の乾燥重量 (mg/個体)	食害	脱落器官
X	3	398	なし	なし
Y	15	410	虫喰いの 痕跡あり	子葉
Z	180	560	なし	なし

表２の結果から，６月１日（種子の段階）から７月１日までの期間における純生産量および総生産量を，植物 X，Y，Z の間で比べると，どの種が最も大きいと判断できるか。純生産量と総生産量について最も適当なものを，次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。

純生産量 **9** ・総生産量 **10**

① 植物 X

② 植物 Y

③ 植物 Z

④ この情報からだけでは判断できない。

■ 演習問題

1　次の文章を読み，下の問い（**問１～３**）に答えよ。

オオカミを祖先とするイヌは，オオカミとは異なり，１万年以上前から人間との絆（きずな）を形成している。この絆は，見つめ合い行動によって形成される。見つめ合い行動と視床下部で産生されるオキシトシンというホルモンの分泌との間に，互いに効果を強め合う関係があるという仮説を立てて，次の**実験１**・**実験２**を行った。なお，オキシトシンは，血液中に分泌されて作用し，最終的に尿に排出される。

実験１　家庭で飼われているイヌまたは飼育されて人間によく馴れたオオカミと，それぞれの飼主とをペアで実験室に入れ，30 分間にわたって行動を観察した。まず，実験開始後の５分間における行動を観察したところ，次の**図１**のように，イヌには飼主を見つめる時間が長いイヌ（長イヌ）と短いイヌ（短イヌ）がいる一方で，オオカミは飼主を見つめないことがわかった。次に，飼主と動物のそれぞれから，30 分間の行動観察の前後に尿を採取し，尿中のオキシトシン量を測定したところ，次の**図２**の結果が得られた。

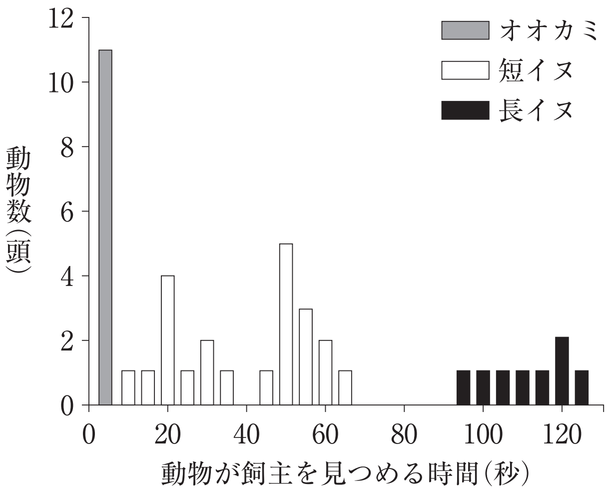


図１

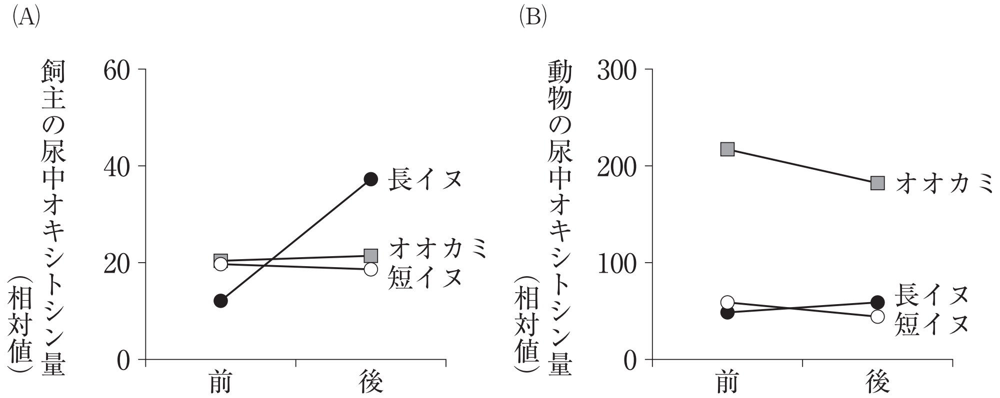


図２

問１　上の**図２**の実験結果の記述として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［ 1 ］

① 飼主を見つめると，イヌもオオカミも，尿中オキシトシン量が増加する。

② 尿中オキシトシン量が多い動物ほど，飼主を見つめる時間が長い。

③ 飼主の尿中オキシトシン量は，イヌに見つめられる時間の長い方が多い。

④ イヌの尿中オキシトシン量は，飼主に見つめられる時間の長い方が少ない。

⑤ オオカミの尿中オキシトシン量は，飼主に見つめられる時間の長い方が多い。

実験２　オキシトシンと見つめ合い行動との因果関係を調べるために，家庭で飼われているイヌ，その飼主，およびこのイヌにとって初対面の人間（以下，飼主以外とよぶ。）が一緒に実験室に入った状況で，30 分間の行動を観察した。この実験では，行動観察の直前に，同じ量のオキシトシンまたは生理食塩水をイヌの鼻粘膜に噴霧した。オキシトシンは鼻粘膜から速やかに吸収され，イヌの血中オキシトシン濃度を上昇させる。そのうえで，**実験１**と同様に，飼主およびイヌのそれぞれから，行動観察の前後の尿を採取し，尿中のオキシトシン量を測定したところ，次の**図３**・**図４**の結果が得られた。

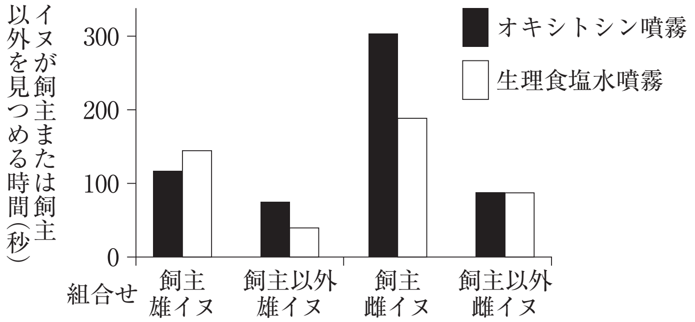


図３

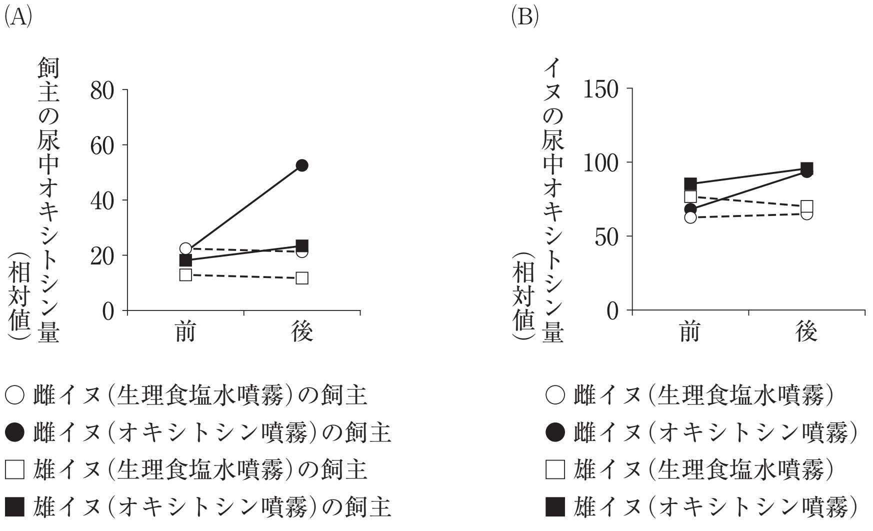


図４

問２　**実験２**の結果から導かれるオキシトシンの効果として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **2**

① 雄イヌが飼主を見つめる時間を，増加させる。

② 雌イヌが飼主以外を見つめる時間を，減少させる。

③ 飼主を見つめる雄イヌの尿中オキシトシン量を，減少させる。

④ 飼主を見つめる雌イヌの尿中オキシトシン量を，増加させる。

⑤ 飼主以外を見つめるイヌの尿中オキシトシン量を，減少させる。

問３　見つめ合い行動とオキシトシンの分泌との間に，互いに効果を強め合う関係があると証明するためには，上の**実験１**・**実験２**の結果に加えて，他にどのような情報が必要か。必要な情報として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **3**

① 飼主の血中オキシトシン量が，飼っているイヌを見つめる時間に与える影響

② 飼主がいない条件で，長イヌに見つめられたことが，飼主以外の尿中オキシトシン量に与える影響

③ 飼主とだけいる条件で，鼻粘膜に噴霧されたオキシトシンが，オオカミが飼主を見つめる時間と尿中オキシトシン量に与える影響

④ 飼主とだけいる条件で，鼻粘膜に噴霧されたオキシトシンが，イヌが飼主を見つめる時間と尿中オキシトシン量に与える影響

⑤ 飼主以外とだけいる条件で，鼻粘膜に噴霧されたオキシトシンが，イヌが飼主以外を見つめる時間と尿中オキシトシン量に与える影響

（2017 年度 試行調査 第６問）

第２講　身近な現象の生物学的側面を探求する　解答

2018 年度 試行調査 第2問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問		解答番号	正解	配点
第２問 (30)	A	1	1	2	3
		2	2	5	3
		3	3 − 4	3 − 5	5＊2
		4	5	5	4
	B	5	6	4	3
		6	7	1	3
		7	8	4	4
		8	9	2	5＊2
			10	4	

（注）
＊２は，両方正解の場合に点を与える。ただし，いずれか一方のみ正解の場合は２点を与える。
−（ハイフン）でつながれた正解は，順序を問わない。

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問１	1	3
	問２	2	4
	問３	3	1

< Note >

第３講　仮説を立て，妥当性を検証する

2018年度 試行調査 第3問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

第３問 次の文章を読み，下の問い（**問１～４**）に答えよ。

〔**解答番号** 1 ～ 4 〕（配点　14）

(a)昆虫の発生過程では，体節が形成された後，ホメオティック（ホックス）遺伝子群からつくられる調節タンパク質のはたらきによって，各体節は(b)胚の前後軸に沿った特有の形態を形成していく。このとき，次の**図１**のように，(c)胸部の３番目の体節（第３体節）で発現するホメオティック（ホックス）遺伝子Xのはたらきを失ったショウジョウバエの変異体では，翅（はね）をつくらない第３体節が，翅をつくる第２体節と同様の形態になる。その結果，ハエであるのに，あたかも(d)チョウのように２対の翅をもつ個体になる。

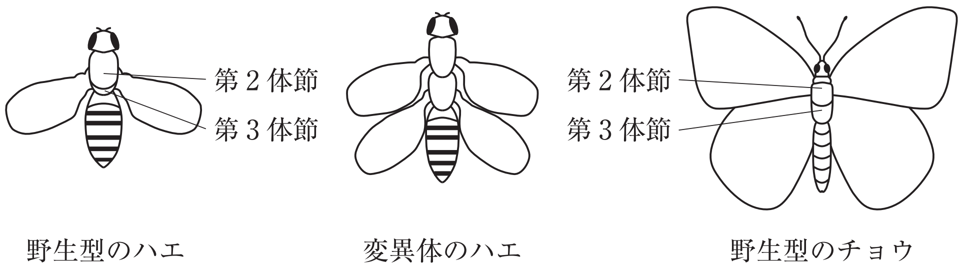


図１

問１　下線部(a)について，昆虫が属する節足動物門の動物に共通する形質として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［１］

①　独立栄養である。
②　原口が肛門になる。
③　外骨格をもつ。
④　脊索をもつ。
⑤　3 対の肢（付属肢）をもつ。

問２　下線部(b)に関連して，ショウジョウバエの前後軸の形成には，様々な遺伝子の発現を調節するタンパク質の濃度勾配が関わっている。例えば，卵の前端に蓄えられた調節タンパク質 Y の mRNA は，受精後に翻訳される。合成された調節タンパク質 Y は，しばらくすると後方に向かって下がる濃度勾配をつくる。このとき，調節タンパク質 Y の濃度勾配による前後軸の形成に不可欠な卵や胚の性質として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［２］

①　卵黄が中央に集まっている。
②　卵割が卵の表面だけで起こる。
③　受精後しばらくの間は細胞質分裂が起こらない。
④　前後に細長い形をしている。
⑤　別の調節タンパク質の mRNA が後端に偏って蓄えられている。

問３　下線部(c)から考えられる，ショウジョウバエの遺伝子Ｘの胸部でのはたらきに関する合理的な推論として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

3

① 発現している体節の一つ前方の体節にはたらきかけて，発現している体節と同じものになることを，促進している。

② 発現している体節の一つ前方の体節にはたらきかけて，発現している体節と同じものになることを，抑制している。

③ 発現している体節ではたらいて，一つ前方の体節と同じものになることを，促進している。

④ 発現している体節ではたらいて，一つ前方の体節と同じものになることを，抑制している。

問４　下線部(d)に関連して，チョウが２対の翅をもっている理由を説明する次の仮説ⓐ～ⓒのうち，ショウジョウバエでの遺伝子Ｘのはたらき方とは矛盾しない仮説はどれか。それらを過不足なく含むものを，下の①～⑦のうちから一つ選べ。

4

ⓐ チョウには遺伝子Ｘがない。

ⓑ チョウの遺伝子Ｘは，胸部の第３体節では発現しない。

ⓒ チョウの遺伝子Ｘは胸部の第３体節で発現するが，遺伝子Ｘからつくられる調節タンパク質が調節する遺伝子群の種類が，ショウジョウバエの場合と異なっている。

① ⓐ	② ⓑ	③ ⓒ	④ ⓐ，ⓑ
⑤ ⓐ，ⓒ	⑥ ⓑ，ⓒ	⑦ ⓐ，ⓑ，ⓒ	

< Note >

■ 演習問題

1　次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問１～４**）に答えよ。

A　種子植物の花粉は，細胞壁が丈夫であり，湖沼や湿地などに堆積する土砂の中で分解されずに残りやすい。堆積物中の花粉の種類と量を分析することで，当時のバイオームに関する情報を得ることができる。

問１　次の**図１**は，中部地方の標高1000ｍ付近にある湿地の堆積物から産出した，常緑針葉樹であるコメツガ・オオシラビソと，夏緑樹（落葉広葉樹）であるブナ・ミズナラの花粉の量の相対的な変化を示している。約１万年前は地球が寒冷な時期から温暖な時期に変化する過渡期で，温暖化は最初の約1000年で進んだ。にもかかわらず，その後，**図１**のように，常緑針葉樹の花粉が検出できなくなるまでに約5000年，夏緑樹の花粉が出現するまでに約2000年かかり，両方の花粉がともに見られる期間は約3000年間も続いた。このようなデータが得られた原因に関する次ページの推論ⓐ～ⓒのうち，**合理的でない推論**はどれか。それらを過不足なく含むものを，次ページの❶～❻のうちから一つ選べ。ただし，この期間では，植物の性質に変化はなかったものとする。 **1**

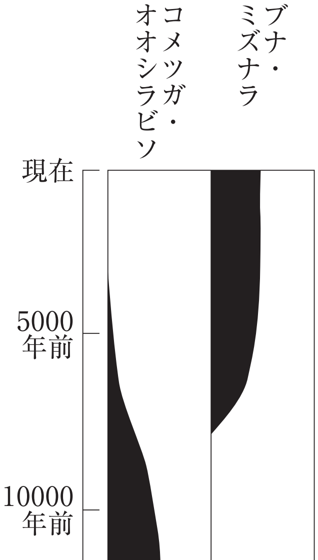


図１

ⓐ　湿地付近のバイオームが変化した後も，コメツガ・オオシラビソの花粉が標高の低い，暖かい場所から飛散してきたため

ⓑ　コメツガ・オオシラビソとの競争が激しかったので，ブナ・ミズナラが湿地付近でなかなか優占できなかったため

ⓒ　種子の散布距離の制約により，バイオームがゆっくりと入れ替わったため

① ⓐ	② ⓑ	③ ⓒ
④ ⓐ，ⓑ	⑤ ⓐ，ⓒ	⑥ ⓑ，ⓒ

問２　次の**図２**は，同じ湿地の堆積物における約 800 年前から現在までの産出物の推移のなかで，特徴的なものを示している。この場所に堆積した微粒炭は，人間が行った火入れ（森林や草原を焼き払うこと）によって生じたと考えられている。花粉量の推移からわかるように，微粒炭の堆積した場所では，その後，草本からアカマツへと優占種が入れ替わった。しかし，これが典型的な二次遷移ならば，遷移が始まって数十年で，草原からアカマツの優占する陽樹林へと遷移が進行し，現在では既に陰樹の優占する森林となっているはずである。このように，この場所での遷移の進行が二次遷移としては遅いのはなぜか。その原因の合理的な推論として適当なものを，下の①～⑤のうちから**二つ選べ**。 2

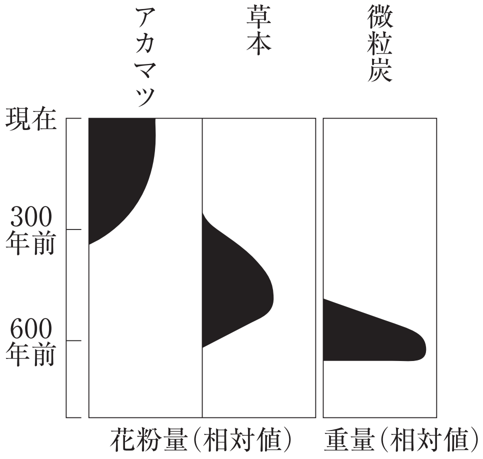


図２

① 約 100 年間火入れを続けたことによって，土壌有機物の多くが失われたため
② 微粒炭のために，草本の成長が抑制されたため
③ 火入れのために日照がさえぎられて，草本の成長が抑制されたため
④ 極相林を構成する夏緑樹の種子が，火入れのために供給されなかったため
⑤ 微粒炭が大量に堆積した時期以降も，人間の活動によるかく乱が続いたため

B　被子植物の多様化の過程を調べるため，８種の現生の被子植物に見られる花粉を調べたところ，花粉管が発芽する孔（発芽孔）の数について，次の**表１**に示す多様性が観察された。また，それら８種について分子系統樹を作成したところ，下の**図３**に示す結果が得られた。

表１

被子植物の種	発芽孔の数(個)
アカザ	4 以上
ウド	3
オニユリ	1
クルミ	4 以上
ジュンサイ	1
ハス	3
ブナ	3
モクレン	1

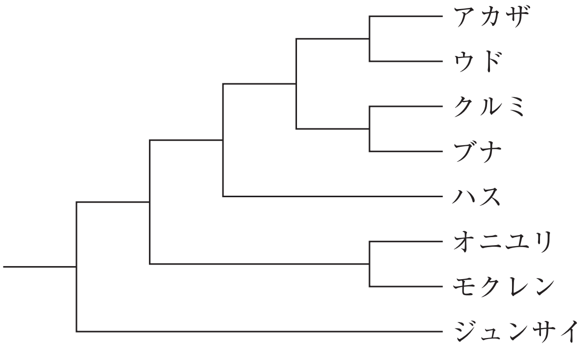


図３

問３　発芽孔の数が進化した過程について，**表１**と**図３**の結果から導かれる考察として最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 **3**

① 3 個，1 個，4 個以上の順に進化した。

② 3 個，4 個以上，1 個の順に進化した。

③ 3 個から，4 個以上と 1 個が同時に進化した。

④ 4 個以上，1 個，3 個の順に進化した。

⑤ 4 個以上，3 個，1 個の順に進化した。

⑥ 4 個以上から，3 個と 1 個が同時に進化した。

⑦ 1 個，3 個，4 個以上の順に進化した。

⑧ 1 個，4 個以上，3 個の順に進化した。

⑨ 1 個から，3 個と 4 個以上が同時に進化した。

問４　被子植物が出現した時代の花粉の化石について，発芽孔の数，生育した年代，および生育していた場所の当時の緯度を調べたところ，次の**表２**の結果が得られた。被子植物の分布の変化について述べた記述のうち，**表１・表２**および**図３**の結果から導かれる推論として最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

表２

試料番号	発芽孔の数（個）	年代（百万年前）	当時の緯度
1	3	67	北緯 60°
2	3	90	南緯 40°
3	1	67	北緯 60°
4	1	110	南緯 20°
5	1	135	北緯　5°
6	1	130	南緯 10°
7	3	110	北緯 25°
8	1	110	北緯 30°
9	1	100	南緯 35°
10	1	120	北緯 10°
11	3	90	南緯 20°
12	3	80	北緯 40°
13	4 以上	67	北緯 60°
14	4 以上	67	南緯 55°

① 当時の赤道付近に出現し，高緯度方向に分布を広げた。
② 当時の北極付近に出現し，南方向に分布を広げた。
③ 当時の南極付近に出現し，北方向に分布を広げた。
④ 当時の北緯 30° 付近に出現し，南北方向に分布を広げた。

（2017 年度　試行調査　第４問）

＜ Note ＞

第３講　仮説を立て，妥当性を検証する　解答

2018年度 試行調査 第3問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問	解答番号	正解	配点
第３問 (14)	1	1	3	3
	2	2	3	3
	3	3	4	3
	4	4	7	5＊3

（注）
＊3 は，4 を解答した場合は３点，5，6 のいずれかを解答した場合は１点を与える。

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問１	1	1
	問２	2	1，5
	問３	3	7
	問４	4	1

< Note >

第４講　生態系から，分子まで掘り下げる

2018 年度 試行調査 第4問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

第４問　次の文章を読み，下の問い（**問１～５**）に答えよ。

〔**解答番号** 1 ～ 6 〕（配点　18）

ある市郊外の広大な草原に生息しているリス科の小動物（以下，リス）は，この地方の象徴として愛されている。先頃，草原の近くに商業施設を誘致し，生息地を分断して道路を建設する計画が持ち上がった。「豊かな財政と高い生物多様性を市にもたらす」が公約の市長は難しい判断を迫られることになった。「分断しても全体の面積はほとんど変わらないが，分断によって，(a)生息地が細分化されたり，(b)個体群が小さな集団に分けられたりするだろう。このまま計画を進めても大丈夫だろうか」と懸念した市長は，調査官としてあなたを招き，リスの個体群の状態と生息地の分断の影響について，調査を依頼した。次の**表１**は，あなたが調査した結果をもとに作成したリスの生命表である。ただし，6 歳以上の個体はいなかった。なお，**表１**ではオスとメスを区別せずに示している。

表１

x：年齢	N_x	ℓ_x	p_x	m_x	$\ell_x m_x$
0	180	1.00	0.25	0.0	0.000
1	45	0.25	0.60	1.1	0.275
2	27	0.15	0.59	2.1	0.315
3	16	0.09	0.56	2.2	0.198
4	9	0.05	0.56	2.5	0.125
5	5	0.03	0.00	2.9	0.087
合計	282			10.8	1.000

N_x　：x 歳の初めの個体数

l_x　：N_x/N_0，０歳の初めの個体数に対する x 歳の初めまで生存した個体数の比率

p_x　：N_{x+1}/N_x，x 歳の初めから $(x+1)$ 歳の初めまでの生存率

m_x　：x 歳の個体が産んだ子の平均数

$\ell_x m_x$：ℓ_x と m_x の積

問１　**表１**の $\ell_x m_x$ から推定される，リスの個体群の大きさの変化に関する記述として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 1 ］

① ほとんど変化していない。

② 急激に増加している。

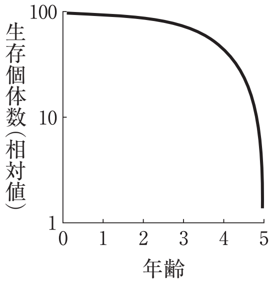
③ 急激に減少している。

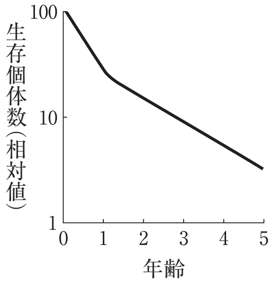
④ 年ごとに増加と減少を繰り返し，その振れ幅は年々増加している。

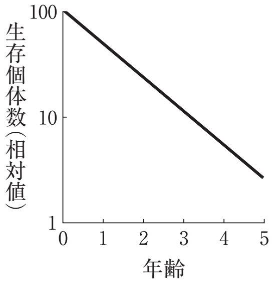
⑤ 年ごとに増加と減少を繰り返し，その振れ幅は年々減少している。

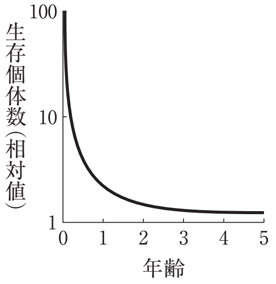
⑥ 一度増加した後に，減少に転じている。

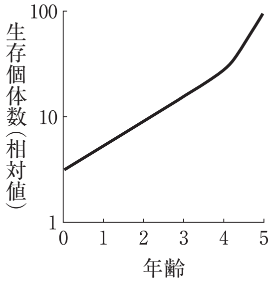
問２　表１のデータをもとに描いたリスの生存曲線として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**

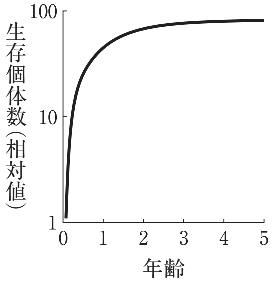
①


②


③


④


⑤


⑥


問３　下線部(a)に関連して，次の生態学的な指標ⓐ～ⓒのうち，リスの生息地が分断されて小さくなるほど減少すると考えられる指標はどれか。それらを過不足なく含むものを，下の①～⑦のうちから一つ選べ。 **3**

ⓐ　各生息地のリスの個体群の環境収容力（ある環境が維持できる個体数の上限）

ⓑ　各生息地内のリスの捕食者の個体数

ⓒ　各生息地内の生息環境の多様性

① ⓐ　② ⓑ　③ ⓒ　④ ⓐ，ⓑ
⑤ ⓐ，ⓒ　⑥ ⓑ，ⓒ　⑦ ⓐ，ⓑ，ⓒ

問４　下線部(b)に関連して，生息地が分断されて個体群が小さくなることで，絶滅のリスクが上昇する理由として適当なものを，次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。 **4** ・ **5**

① 近親交配に伴う ℓ_x の上昇
② 近親交配に伴う m_x の低下
③ 偶然に個体数がゼロになる確率の上昇
④ 種間競争の緩和による競争排除の減少
⑤ 共倒れ型の種内競争の激化

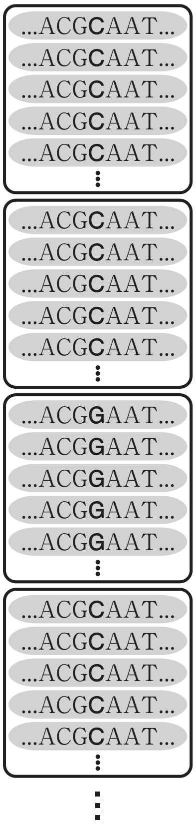
問５　下線部(b)に関連して，世代の経過とともに各小集団の遺伝子型の構成が変化することで，遺伝的多様性に影響する場合を考える。次の**図１**は，ある集団から無作為に抽出した 20 個体について，ある遺伝子座の遺伝子型の構成を塩基配列で表している。この集団が多くの小集団に分断され，それ以降多くの世代が経過したとする。その時点で無作為に複数の小集団について調べたときに，各小集団の遺伝子型の構成として現れる**可能性が最も低いもの**を，次ページの①～④のうちから一つ選べ。ただし，これらの遺伝子型は，自然選択に対して中立であるものとする。 6

個体 1	...ACG**S**AAT...	個体 11	...ACG**C**AAT...
個体 2	...ACG**S**AAT...	個体 12	...ACG**G**AAT...
個体 3	...ACG**C**AAT...	個体 13	...ACG**G**AAT...
個体 4	...ACG**G**AAT...	個体 14	...ACG**S**AAT...
個体 5	...ACG**S**AAT...	個体 15	...ACG**S**AAT...
個体 6	...ACG**S**AAT...	個体 16	...ACG**S**AAT...
個体 7	...ACG**G**AAT...	個体 17	...ACG**G**AAT...
個体 8	...ACG**C**AAT...	個体 18	...ACG**S**AAT...
個体 9	...ACG**S**AAT...	個体 19	...ACG**C**AAT...
個体 10	...ACG**C**AAT...	個体 20	...ACG**S**AAT...

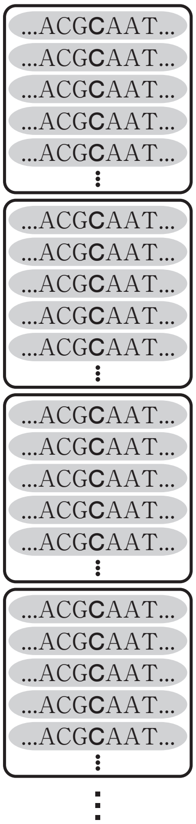
各個体で，A，T，G，および C はそれぞれの塩基のホモ接合であることを，
S は G と C のヘテロ接合であることを表す。

図１

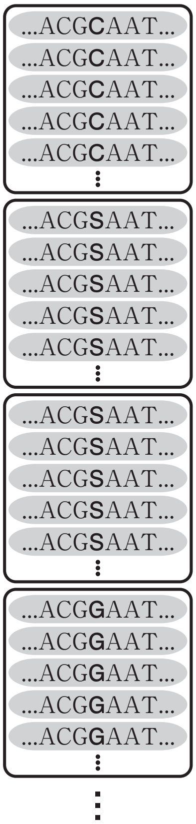
①


...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...

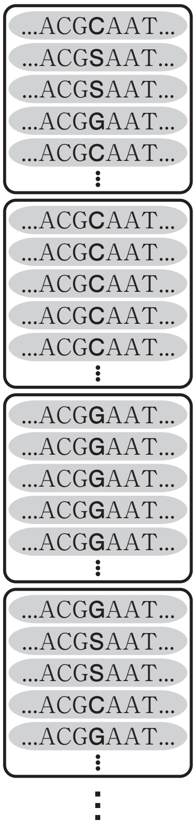
②


...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...

③


...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...

④


...ACGCAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGGAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGCAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGGAAT...
...ACGSAAT...
...ACGSAAT...
...ACGCAAT...
...ACGGAAT...

■ 演習問題

1　次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問１〜５**）に答えよ。

A　植物は，大気中の二酸化炭素（CO_2）を取り込み，光合成によって有機物に変換して自らの生育に役立てている。植物の CO_2 の吸収速度は，光合成器官である葉の量と葉の光合成速度の積に比例する。したがって，植物の葉の量が変わらない場合，葉の光合成速度は，植物の CO_2 吸収速度から見積もることができる。例えば，(a)熱帯や亜熱帯を原産地とする多くの植物は，低温にさらされると CO_2 の吸収速度が大きく低下することから，低温により葉の光合成速度が低下することがわかる。

植物が CO_2 を吸収すれば，それに伴って植物体の周囲の CO_2 濃度は低下し，同時に，光合成によって酸素（O_2）濃度は上昇する。そして，この変化は，地球の大気の CO_2 濃度や O_2 濃度にも反映される。次の**図１**は，ハワイのマウナロア山で測定された大気中の CO_2 濃度の季節変動のグラフである。(b)この CO_2 濃度の変動は，地球規模での光合成の季節変動を反映していると考えられる。植物の光合成では，CO_2 の吸収と O_2 の放出が起こるため，(c)O_2 濃度についても季節変動がみられる。

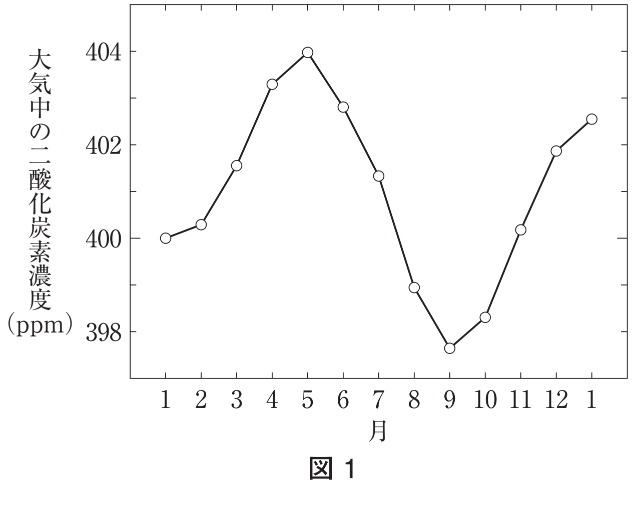


図１

問１ 下線部(a)に関連して，低温による CO_2 吸収速度の低下の原因が，気孔の閉鎖によるものなのか，それとも葉緑体の機能の低下によるものなのかを明らかにするためには，低温処理の前後で何を比較するのがよいか。最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **1**

① 葉の面積
② 暗所においた葉の中の ATP の量
③ 光照射時の葉の周囲の CO_2 濃度
④ 光照射時の葉の周囲の O_2 濃度
⑤ 光照射時の葉の細胞の間の CO_2 濃度

問２ 下線部(b)に関連して，大気中の CO_2 濃度が光合成による影響を最も大きく受けているのは，上の**図１**から考えるとどの時期か。最も適当なものを，次の①～ⓑのうちから一つ選べ。 **2**

① １月から２月	② ２月から３月	③ ３月から４月
④ ４月から５月	⑤ ５月から６月	⑥ ６月から７月
⑦ ７月から８月	⑧ ８月から９月	⑨ ９月から 10 月
⓪ 10 月から 11 月	ⓐ 11 月から 12 月	ⓑ 12 月から１月

問３ 下線部(c)に関連して，もし地球上の光合成をする生物が，次の①～⑥の生物のいずれかだけになったと仮定した場合，大気中の O_2 濃度の季節変動が最も小さくなるのは，どの生物の場合だと考えられるか。最も適当なものを，①～⑥のうちから一つ選べ。 **3**

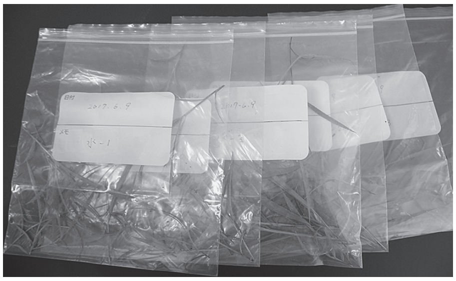
① 被子植物	② 裸子植物
③ コケ植物	④ 緑藻類
⑤ シアノバクテリア	⑥ 緑色硫黄細菌などの光合成細菌

B　あるクラスで，探究活動のテーマとして，除草剤が植物を枯らすしくみを取り上げることになった。除草剤の一つであるＸについて，有効成分の作用をインターネットで調べてみたら，グルタミン合成酵素を阻害するとあった。グルタミン合成酵素は，アンモニウムイオン（NH_4^+）とグルタミン酸からグルタミンをつくる反応を触媒する。できたグルタミンはケトグルタル酸との反応で，２分子のグルタミン酸となる。そして，グルタミン酸からのアミノ基の転移が，様々な有機窒素化合物の生成につながっていく。このため，グルタミン合成酵素が阻害されると，(d)有機窒素化合物ができなくなって欠乏するとともに，(e)NH_4^+が蓄積する。これらの情報を踏まえて，Ｘについてさらに探究を進めた。

問４　探究の手始めに，NH_4^+の濃度を簡単に測定できる市販の試薬キットを使って，植物をＸで処理したときに実際にグルタミン合成の阻害が起きているかどうかを確かめてみることにした。計画した実験の手順は，次の(1)〜(4)のとおりである。

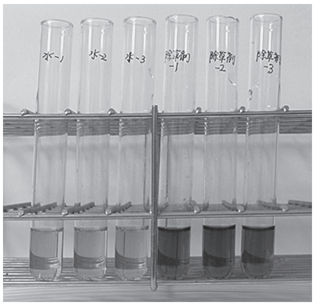
(1)　同じ場所に生えている同じ種類の植物を６つの実験区に分けて，三つにはＸの水溶液を，残り三つには水を噴霧する。

(2)　一定時間後に各実験区から全ての植物個体の地上部を回収する。



(3)　NH_4^+ がアンモニア (NH_3) になって揮発するのを防ぐために植物を希塩酸に浸し，すりつぶして抽出液を得る。

(4)　得られた抽出液の NH_4^+ 濃度を試薬キットを使って測定する。



全実験区の結果を直接比較するためには，どのようにして抽出すればよいか。その方法として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

① 生のままの植物に，一定量の希塩酸を加える。

② 植物の重さを生のまま測って，重さに比例した量の希塩酸を加える。

③ 植物を乾燥させた後に，一定量の希塩酸を加える。

④ 植物を乾燥させてから重さを測って，重さに比例した量の希塩酸を加える。

問５　図書館で調べてみたら，NH_4^+ から生じる NH_3 は植物にとって有害であることがわかった。このことから，下線部(d)と(e)のどちらも，Ｘで植物が枯れる原因となり得ると考えた。これらの可能性を念頭において，Ｘによる植物枯死の主な原因を調べるための実験についてクラスで議論をしたところ，５つの班から異なる実験の案が出た。

次のＡ班案～Ｅ班案のそれぞれについて，主な原因が下線部(d)と(e)のどちらであるかを判定するための根拠となる情報が得られる場合は①を，得られない場合は②をマークせよ。

Ａ班案 [5] ：十分に高い濃度のＸの水溶液を噴霧し，同時にグルタミン酸を与えた場合と与えない場合とで，植物が枯れるまでの時間を比べる。

Ｂ班案 [6] ：十分に高い濃度のＸの水溶液を噴霧し，同時にグルタミンを与えた場合と与えない場合とで，植物が枯れるまでの時間を比べる。

Ｃ班案 [7] ：十分に高い濃度のＸの水溶液を噴霧し，同時にケトグルタル酸を与えた場合と与えない場合とで，植物が枯れるまでの時間を比べる。

Ｄ班案 [8] ：土壌に窒素肥料を施した条件と施していない条件とで，いろいろな濃度のＸの水溶液を噴霧し，植物を枯らすのに必要なＸの濃度を比べる。

Ｅ班案 [9] ：Ｘの水溶液を噴霧せずに，高濃度の NH_3 水溶液を植物に与えて，NH_3 の処理だけで枯れるかどうかを調べる。

（2017 年度　試行調査　第３問）

< Note >

第４講　生態系から，分子まで掘り下げる　解答

2018 年度 試行調査 第4問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問	解答番号	正解	配点
第４問 (18)	1	1	1	3
	2	2	2	3
	3	3	7	4
	4	4 － 5	2 － 3	4 ＊4
	5	6	3	4

（注）
＊４は，両方正解の場合のみ点を与える。
－（ハイフン）でつながれた正解は，順序を問わない。

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問１	1	5
	問２	2	7
	問３	3	6
	問４	4	2
	問５	5	1
		6	1
		7	2
		8	1
		9	2

＜ Note ＞

第５講　与えられたデータを活用して理解を深める

2018年度 試行調査 第5問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

第５問　次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問１〜7**）に答えよ。

〔**解答番号** 1 〜 8 〕（配点　26）

A　緑色蛍光タンパク質（以下，GFP）は，現代生物学において様々な方法で利用されている。例えば，(a)遺伝子組換え技術を用いて，(b)調べたいタンパク質とGFPとの融合タンパク質を発現させ，発現時期や(c)細胞内での局在などに関する情報を得ることもできる。

問１　下線部(a)に関連して，次の(1)・(2)のように，遺伝子をプラスミドにつなぎ合わせる実験を行った。

(1)　あるDNA鎖を，次の**図１**の制限酵素X，Y，およびZで切断して，下の**図２**のようなDNA断片a，b，およびcを得た。

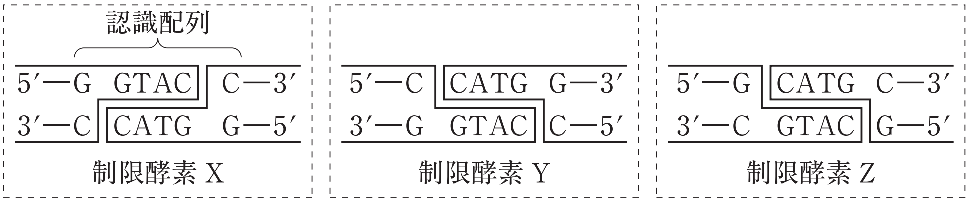
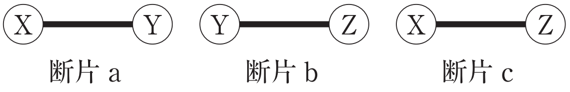


図１　制限酵素X，Y，およびZが認識する配列と切断の仕方



Ⓧ，Ⓨ，Ⓩ：制限酵素X，Y，またはZで切断したときの切り口

図２

⑵　プラスミドを，**図１**の制限酵素 X と Z とで切断して，次の**図３**のようなプラスミド断片を得た。

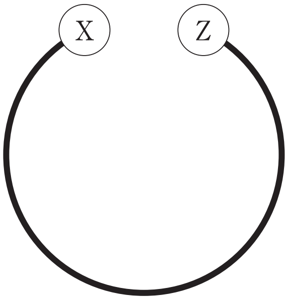


図３

このプラスミド断片と**図２**の DNA 断片 a，b，または c とを混合し，DNA リガーゼを加えて反応させたとき，**図２**の DNA 断片 a ～ c のうち，プラスミド断片に連結されて環状になり得る DNA はどれか。それらを過不足なく含むものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし，１本のプラスミドに挿入される DNA 断片は１本だけとする。［ 1 ］

①　a	②　b	③　c
④　a，b	⑤　a，c	⑥　b，c
⑦　a，b，c	⑧　どれも環状にならない。	

問２　下線部(b)に関連して，チューブリンとGFPとの融合タンパク質を，マウスの様々な細胞で発現させることができるように，プラスミドを設計した。次の**図４**は，そのプラスミドの一部を模式的に示したものである。このとき，**図４**中の［ア］〜［ウ］に入る配列の組合せとして最も適当なものを，下の①〜⑥のうちから一つ選べ。［２］

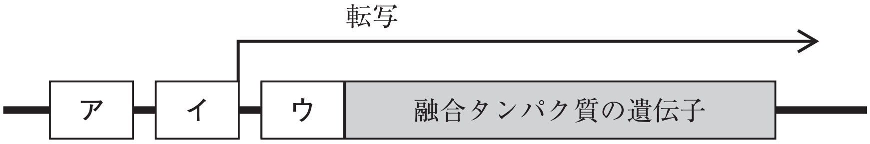
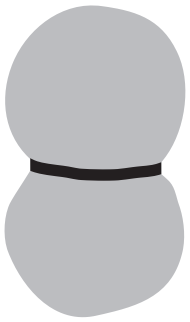


図４　プラスミドの一部

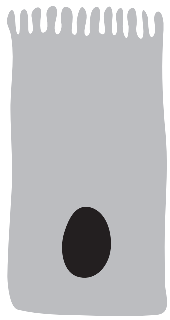
	ア	イ	ウ
①	転写調節領域（転写調節配列）	プロモーター	翻訳開始点
②	転写調節領域（転写調節配列）	翻訳開始点	プロモーター
③	プロモーター	転写調節領域（転写調節配列）	翻訳開始点
④	プロモーター	翻訳開始点	転写調節領域（転写調節配列）
⑤	翻訳開始点	転写調節領域（転写調節配列）	プロモーター
⑥	翻訳開始点	プロモーター	転写調節領域（転写調節配列）

問３　下線部(c)に関連して，**問２**で作製したプラスミドを複数のマウスに導入し，チューブリンとGFPの融合タンパク質を発現させ，様々な細胞でGFPの蛍光を観察したところ，この蛍光はチューブリンと同じ局在を示していた。次の蛍光顕微鏡像の模式図ｄ～ｈのうち，観察されたものはどれか。観察された像の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑧のうちから一つ選べ。なお，GFPの蛍光は，黒塗りで示してある。また，図の縮尺は同じではない。 **3**

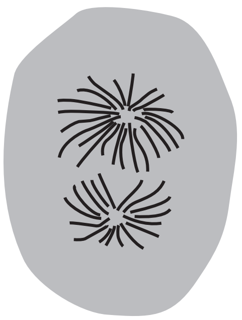
ｄ　分裂中の精原細胞



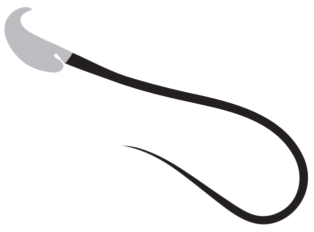
ｅ　小腸の上皮細胞



ｆ　分裂中の肝細胞



ｇ　精子



ｈ　神経細胞

①　ｄ，ｅ　　②　ｄ，ｇ　　③　ｅ，ｇ　　④　ｆ，ｈ

⑤　ｄ，ｅ，ｇ　　⑥　ｄ，ｆ，ｈ　　⑦　ｅ，ｆ，ｈ　　⑧　ｆ，ｇ，ｈ

B　保健の授業で，日本人には，お酒（エタノール）を飲んだときに顔が赤くなりやすい人が，欧米人に比べて多いことを学んだ。このことに興味をもったスミコ，カヨ，ススムの三人は，図書館に行ってその原因について調べてみることにした。

スミコ：この本によると，顔が赤くなりやすいのは，エタノールの中間代謝物であるアセトアルデヒドを分解するアセトアルデヒド脱水素酵素（以下，ALDH）の遺伝子に変異があって，アセトアルデヒドが体内に蓄積されやすいからなんですって。変異型の遺伝子をヘテロ接合やホモ接合でもつ人は，ALDH の活性が正常型のホモ接合の人の２割くらいになったりゼロに近くなったりするそうよ。

カ　ヨ：ヘテロ接合体は，正常型の表現型になるのが普通だと思っていたけど，違うのね。ヘテロ接合体の表現型って，どうやって決まるのかしら。

ススム：ヘテロ接合体の活性がとても低くなってしまうっていうところが，どうもピンとこないね。僕は，ヘテロ接合体であっても正常型の遺伝子をもつのだから，そこからできる(d)<u>タンパク質</u>が酵素としてはたらくことで，正常型のホモ接合体の半分になると思うんだけどなあ。（**図５**）

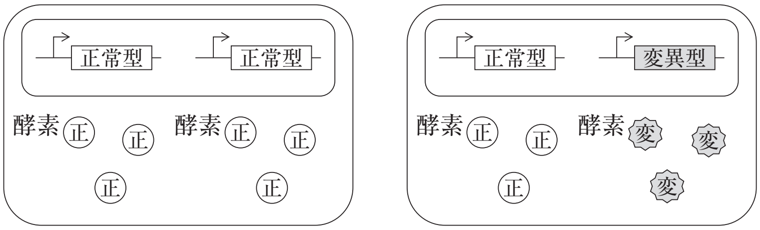


図５

スミコ：あっ，もしかしたら，ALDH の遺伝子からつくられるポリペプチドは，(e)<u>１本では酵素としてはたらかないんじゃ</u>ないかしら。

ススム：ALDH に関する本を見つけたよ。本当だ，４本の同じポリペプチドが複合体となってはたらくんだってさ。よし，４本ではたらくとして計算してみるか。あれれ，(f)<u>４本でもヘテロ接合体の活性は，半分になってしまう</u>ぞ。

カ　ヨ：ちょっと待って。私が見つけた文献には，ヘテロ接合体でできる５種類の複合体について詳しく書いてあるわ。（**表１**）

表１　５種類の複合体

変異ポリペプチドの本数	0	1	2	3	4
存在比	$\frac{1}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{6}{16}$	$\frac{4}{16}$	$\frac{1}{16}$
酵素活性（相対値）	100	48	12	5	4
複合体の例	正 正 正 正	正 正 正 変	変 正 正 変	変 変 正 変	変 変 変 変

カ　ヨ：**表１**から計算すると，ヘテロ接合体の活性は，正常型のホモ接合体の２割強になるわね。たぶん，ススムさんの計算は前提が違っているのよ。

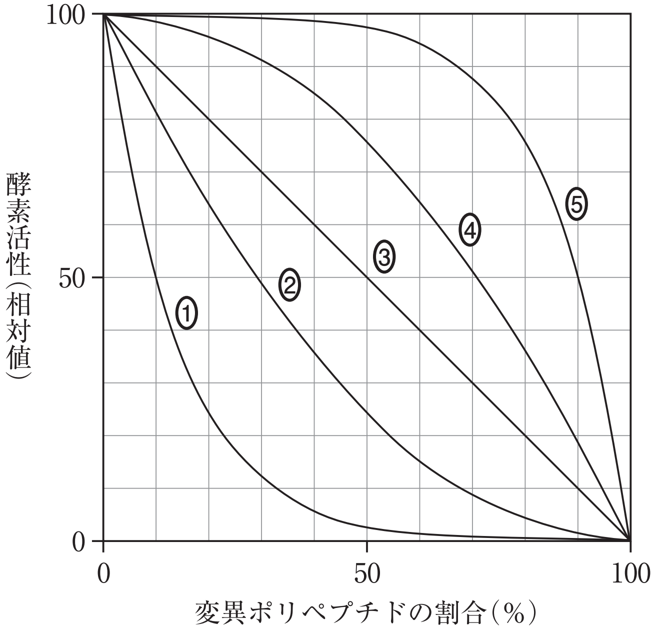
スミコ：きっと活性のない変異ポリペプチドが，複合体の構成要素となって，活性を阻害しているのね。二人三脚で走るときに，速い人が遅い人と組むとスピードが遅くなるというのと同じことよ。ああ，だから，ヘテロ接合の人は，変異型のホモ接合体の表現型に近くなるんだわ。

ススム：なるほどね。日本人にお酒を飲んだときに顔が赤くなりやすい人が多いのには，変異ポリペプチドを含む複合体のALDHの活性と，変異型の遺伝子頻度という生物学的な背景があるんじゃないかな。じゃあ，みんなで(g)変異型の遺伝子頻度を調べてみようよ。

問４　下線部(d)に関連して，細胞でつくられるタンパク質には，ALDH とは異なり，細胞外に分泌されてはたらくものもある。このようなタンパク質を合成しているリボソームが存在する場所として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **４**

①　核の内部　　②　細胞膜の表面　　③　ゴルジ体の内部
④　小胞の内部　　⑤　小胞体の表面

問５　下線部(e)に関連して，２本の正常ポリペプチドが集合して初めてはたらく酵素を考える。このとき，正常ポリペプチドと，集合はできるが複合体の活性に寄与しない変異ポリペプチドがあると仮定する。正常ポリペプチドに対して混在する変異ポリペプチドの割合を様々に変化させるとき，予想される酵素活性の変化を表す近似曲線として最も適当なものを，次のグラフ中の①～⑤のうちから一つ選べ。 **５**



問６　下線部(f)について，どのような前提で計算すれば，活性が半分になるか。考え得る前提として適当なものを，次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。 **6** ・ **7**

① 複合体の酵素活性は，複合体中の正常ポリペプチドの本数に比例する。
② 複合体の酵素活性は，複合体中の変異ポリペプチドの本数に反比例する。
③ 正常ポリペプチドが１本でも入った複合体の酵素活性は，100 である。
④ 変異ポリペプチドが１本でも入った複合体は，酵素活性をもたない。
⑤ 変異ポリペプチドは，複合体の構成要素にならない。

問７　下線部(g)について，エタノールに浸したパッチシートで皮膚が紅潮するまでの時間の違いによって，その人の ALDH の活性の高低を調べることができる。三人が同級生 160 人の協力を得て調べたところ，次の**表２**の結果が得られた。**表２**から推測される変異型の ALDH 遺伝子の遺伝子頻度として最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **8**

表２

活性が低いかほとんどない	活性が高い
70 人	90 人

① 0.25　② 0.33　③ 0.44
④ 0.56　⑤ 0.67　⑥ 0.75

■ 演習問題

1　次の文章（A・B）を読み，下の問い（**問１～５**）に答えよ。

A　ホタルのルシフェラーゼは，ATP の存在下でルシフェリンを分解することにより発光させる酵素である。このルシフェラーゼを大腸菌に合成させることにした。そこで，(a)ホタルのルシフェラーゼ遺伝子の発現を行うことのできるプラスミドを導入した大腸菌をつくり，寒天培地上で培養した。

問１　下線部(a)に関して，この大腸菌におけるルシフェラーゼの合成を検出することにした。まず，寒天培地上の大腸菌のコロニーをつまようじの先でかきとり，少量の溶解液に入れて溶かし，ルシフェリン溶液を加えたところ，微弱な発光が確認できた。合成されたルシフェラーゼの検出をより明確にするための手法として**適当でないもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **1**

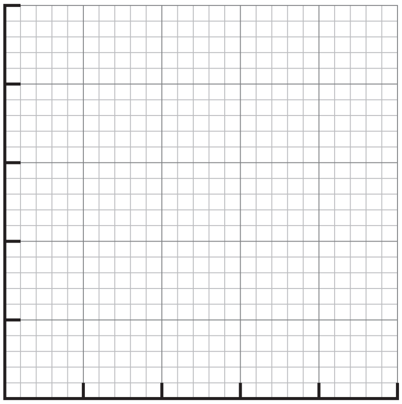
① できるだけ大きいコロニーを使用する。
② 反応時に濃度の高いルシフェリン溶液を使用する。
③ 反応時にホタルから抽出したルシフェラーゼを加える。
④ 反応時に ATP 溶液を加える。
⑤ 発光を確認するときに部屋を暗くする。

問２　DNA の溶液は 260 nm の波長の光を吸収するので，その吸収を測定することによって DNA の濃度を推定できる。このことを利用し，下線部(a)を大量培養して得たプラスミドを定量することにした。得られたプラスミドを 100 μL の水に溶かし，ここから 1 μL をとって 99 μL の水で希釈した。この希釈液と，あらかじめ濃度のわかっている複数の DNA 溶液とについて，260 nm の波長の光の吸収を測定したところ，次の**表１**の結果が得られた。**表１**のデータをもとに，得られたプラスミド DNA の総量を推定したときの値として最も適当なものを，下の①～⑨のうちから一つ選べ。 **2** μg

表１

DNA 溶液	260 nm の光の吸収の測定値
0 μg/mL	0.00
5 μg/mL	0.08
10 μg/mL	0.25
20 μg/mL	0.35
30 μg/mL	0.65
50 μg/mL	0.98
プラスミド	0.52

グラフ用紙



① 2.5　② 12.5　③ 25
④ 62.5　⑤ 125　⑥ 250
⑦ 625　⑧ 1250　⑨ 2500

B　ヒトの耳垢(みみあか)の性質はABCC11という遺伝子の多型と関連しており，遺伝子型AAでは乾いた耳垢，遺伝子型GAとGGでは湿った耳垢になる。集団における対立遺伝子頻度は，地域によって異なっている。ある高校の生徒たちが，生徒自身，両親および祖父母の耳垢の性質について調べたところ，次の**表２**のデータが得られた。なお，生徒が調べた家族は，３世代以上にわたって同じ地域に住み続けているものとする。

表２

対象	乾いた耳垢	湿った耳垢
自分(生徒)	90 人	21 人
両親	164 人	不明*
祖父母	234 人	55 人

*：両親における湿った耳垢の人数は示していない。

問３　生徒が調べた集団における対立遺伝子Gの頻度の推定値として最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **3**

①　0.081　②　0.100　③　0.150
④　0.190　⑤　0.810　⑥　0.850
⑦　0.900　⑧　0.919

問４　生徒の両親集団における遺伝子型GAの人数の推定値として最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **4**

①　2　②　13　③　16
④　19　⑤　21　⑥　36
⑦　39　⑧　44

問５　次の**表３**は，世界の各地域に現在住んでいるヒト集団における対立遺伝子Ａの頻度を示す。**表３**の結果から考え得る合理的な推論として適当なものを，下の①～⑥のうちから二つ選べ。 **5**

表３

地域	対立遺伝子Ａの頻度
東アジア（大陸北部）	0.977
東南アジア（北部）	0.696
東南アジア（南部）	0.175
ヨーロッパ（南部）	0.103
ヨーロッパ（西部）	0.208
ヨーロッパ（東部）	0.246
ヨーロッパ（北部）	0.093
東シベリア	0.786
アラスカ	0.515
中南米	0.167
中東	0.276
西アフリカ	0.000
東アフリカ	0.010

① 対立遺伝子Ａをもつヒトは，より温暖な気候に適応している。
② 対立遺伝子Ａをもつヒトは，より湿度が低い地域に適応している。
③ 対立遺伝子Ａをもつヒトは，より海抜の低い地域に適応している。
④ 対立遺伝子Ａは，中東で生じ，人類の移動に伴って分布を広げた。
⑤ 対立遺伝子Ａは，東アジアから遺伝的交流によって分布を広げた。
⑥ 対立遺伝子Ａは，世界の各地域で様々な頻度で独立に生じた。

（2017年度 試行調査 第５問）

第５講　与えられたデータを活用して理解を深める　解答

2018 年度 試行調査 第５問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問		解答番号	正解	配点
第５問 （26）	A	1	1	5	5＊5
		2	2	1	3
		3	3	8	3
	B	4	4	5	3
		5	5	2	3
		6	6 − 7	1 − 5	5＊2
		7	8	1	4

（注）
＊2 は，両方正解の場合に点を与える。ただし，いずれか一方のみ正解の場合は 2 点を与える。
＊5 は，3 を解答した場合は 2 点，1 を解答した場合は1点を与える。
−（ハイフン）でつながれた正解は，順序を問わない。

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問 1	1	3
	問 2	2	6
	問 3	3	2
	問 4	4	6
	問 5	5	4，5